

PTO/SB/21 (08-03)

Approved for use through 07/31/2006, OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

**TRANSMITTAL  
FORM**

(to be used for all correspondence after initial filing)

Application Number	10/726,165
Filing Date	December 2, 2003
First Named Inventor	Vladimir Kobelev
Art Unit	3683
Examiner Name	
Attorney Docket Number	HN 1007 PUS

Total Number of Pages in This Submission

**ENCLOSURES (Check all that apply)**

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Group
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	Postcard
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		

**SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT**

Firm or Individual name	Robert P. Renke Artz & Artz, P.C.
Signature	
Date	March 12, 2004

**CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name	Angie Moscovitz		
Signature		Date	March 12, 2004

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 56 402.7

**Anmeldetag:** 02. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Muhr und Bender KG, Attendorn/DE

**Bezeichnung:** Torsions- oder Biegefeder aus Einzelstäben

**IPC:** F 16 F 1/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

57439 Attendorn

---

Torsions- oder Biegefeder aus Einzelstäben

---

Patentansprüche

1. Feder (11, 21, 31, ...) mit konstanter Querschnittsfläche für Torsions- und/oder Biegebeanspruchung, bestehend aus einer Mehrzahl von einzelnen Stäben (12, 22, 32, ...) mit untereinander gleichem und über der Länge unverändertem rundem oder polygonalem Querschnitt, die mit jeweils zumindest zwei anderen Stäben (11, 21, 31, ...) Linien- oder Flächenkontakt haben und ein jeweils zumindest an den Enden zusammengehaltenes Bündel bilden.
2. Feder nach Anspruch 1,  
  
dadurch gekennzeichnet,  
  
daß die Mittellinie M des Federkörpers gerade ist und mit der Längsachse A der Feder (11, 21, 31, ...) zusammenfällt.
3. Feder nach Anspruch 3,  
  
dadurch gekennzeichnet,  
  
daß die Stäbe (12, 22, 32, ...) gerade sind und zueinander parallel verlaufen.
4. Feder nach Anspruch 2,  
  
dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe (12, 22, 32, ...) seilartig ineinander verdreht sind.

5. Feder nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Mittellinie M des Federkörpers schraubenförmig/gewandelt zu einer Längsachse A der Feder (41, 51, 61, 71) verläuft.

6. Feder nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe (62) jeweils parallel zur Mittellinie M des Federkörpers verlaufen.

7. Feder nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe (42, 52, 72) um die Mittellinie M des Federkörpers seilartig ineinander verdreht sind.

8. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß die einzelnen Stäbe (12, 32, 42, 52, 62, 72) im Querschnitt rund sind.

9. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß die einzelnen Stäbe (22, 82, 92, 102) im Querschnitt symmetrisch polygo-

nal, insbesondere dreieckig, quadratisch, hexagonal oder oktogonal sind.

10. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Federkörper/das Stabbündel im Querschnitt im wesentlichen rund ist.

11. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Federkörper/das Stabbündel im Querschnitt im wesentlichen symmetrisch polygonal ist.

12. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Feder aus mehreren Stabbündeln besteht, die parallel zueinander verlaufen.

13. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

daß die Feder (71) aus mehreren Stabbündeln (73) besteht, die seilartig ineinander verdreht sind.

14. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Oberflächen der Stäbe (12, 22, 32, ...) poliert sind oder mit einer reibungsarmen Beschichtung versehen sind.

15. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe eines Stabbündels in einem Matrixkörper vergossen sind, der eine Bewegung der einzelnen Stäbe gegeneinander im Matrixkörper zuläßt.

16. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe (22) an den Enden der Feder (21) in querschnittskonstanten Einspannungen (23, 24) gehalten sind.

17. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe (12, 22, 32, ...) an einem Ende axial gegeneinander fixiert, insbesondere miteinander verschweißt und am anderen Ende axial gegeneinander verschiebbar sind.

18. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe (22) an beiden Enden innerhalb der Einspannungen (23, 24) gegeneinander verschiebbar sind.

19. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 18,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stäbe aus gezogenem Draht abgelängt sind.

20. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Feder (11) zwischen den Einspannungen von einer Magnetspule (13) eingeschlossen ist, deren Feldlinien im Bereich der Feder im wesentlichen längs der Längsachse A der Feder verlaufen.

21. Feder nach einem der Ansprüche 1 bis 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Feder (11) von einer zwischen den Einspannungen angeordneten radialen Spannvorrichtung (15), beispielsweise einem Spannband umschlossen ist.

22. Verfahren zur Beeinflussung der Dämpfungseigenschaften einer Feder (11, 21, 31, ...) mit konstanter Querschnittsfläche für Torsions- und/oder Biegebeanspruchung, wobei die Feder aus einer Mehrzahl von einzelnen Stäben (12, 22, 32, ...) mit untereinander gleichem und über der Länge rundem oder polygonalem unverändertem Querschnitt, die mit jeweils zumindest zwei anderen Stäben Linien- oder Flächenkontakt haben und ein jeweils zumindest an den Enden zusammengehaltenes Bündel bilden, besteht,

dadurch gekennzeichnet,

daß auf das Bündel der Stäbe (12, 22, 32, ...) veränderliche Radialkräfte relativ zur Längsachse A der Feder (11, 21, 31, ...) ausgeübt werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

daß veränderliche magnetische Radialkräfte auf die Feder (11, 21, 31, ...) ausgeübt werden.

24. Verfahren nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

daß veränderliche mechanische Radialkräfte auf die Feder (11, 21, 31, ...) ausgeübt werden.



57439 Attendorn

---

## Torsions- oder Biegefeder aus Einzelstäben

---

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Feder mit gleichmäßiger Querschnittsfläche für Torsions- und/der Biegebeanspruchung, insbesondere für Anwendungen im Bereich der Motoren- und Kraftfahrzeugtechnik.

Drehstabfedern haben im Vergleich mit Bügelfedern oder Spiralfedern eine außerordentlich hohe Drehsteifigkeit im Verhältnis zum eingesetzten Material, die nicht in allen Einsatzfällen günstig ist. Um große Federwege für gegebene maximale Spannungen aufnehmen zu können, werden dadurch große Drehstablängen erforderlich. Dies ist häufig durch die Einbauverhältnisse begrenzt, darüber hinaus in jedem Fall durch die Knickgrenze, die bei Drehstabfedern zu berücksichtigen ist.

In „Berechnung und Gestaltung von Metallfedern“, Siegfried Gross, Springer-Verlag 1960, wird auf Seite 94 angegeben, daß geschichtete Drehstabfedern für größere Drehwinkel bei einem gegebenen Moment bekannt sind, die aus einem Bündel von Flachstäben gleicher Länge, Breite und Höhe bestehen, bei denen die Enden des Bündels in Köpfen, deren Ausnehmung dem Querschnitt des Bündels entspricht, festeingespannt sind. Aus der japanischen Patentveröffentlichung 02236032 A ist eine Drehstabfeder bekannt, bei der einzelne runde Stäbe parallel mit Abstand zueinander in Köpfen eingespannt sind, die gegeneinander verdrehbar sind. Für die Stäbe werden hierbei Memory-Legierungen eingesetzt, die bei Torsion plastisch verformbar sind und sich bei anschließender Erwärmung erholen und zurückverformen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Federn aus einem Bündel

von einzelnen Stäben vorzuschlagen, die leicht an verschiedene Anwendungsfälle anpaßbar sind und die gegenüber bekannten Federn neue und weitgehend frei beeinflussbare Dämpfungseigenschaften aufweisen. Die Lösung hierfür besteht in einer Feder mit konstanter Querschnittsfläche für Torsions- und/oder Biegebeanspruchung, bestehend aus einer Mehrzahl von einzelnen Stäben mit untereinander gleichem und über der Länge unverändertem rundem oder polygonalem Querschnitt, die mit jeweils anderen Stäben Linien- oder Flächenkontakt haben und ein jeweils zumindest an den Enden zusammengehaltenes Bündel bilden. Bevorzugt ist hierbei ein runder oder symmetrisch-polygonaler Querschnitt vorzuschlagen.

Durch die Verwendung untereinander gleicher Einzelelemente, die in Anschlußelementen gehalten sind, wobei die Einzelelemente in großer oder größtmöglicher Packungsdichte liegen, bilden sich eine Vielzahl von Kontaktlinien oder Kontaktflächen zwischen den einzelnen Stäben, durch die bei einer Verformung der Feder, insbesondere bei Torsion, große Reibungseffekte erzielt werden. Die Federn weisen damit eine starke Dämpfung auf.

Weiterhin wird durch die Verwendung von untereinander gleichen Einzelelementen die Anpassung an die unterschiedlichsten Einsatzfälle möglich, indem einerseits bei Verwendung untereinander gleicher Anschlußelemente Stäbe mit unterschiedlichen Längen zum Einsatz kommen können, wenn die Verhältnisse dies erfordern oder zulassen, und zum anderen der Aufbau von Federn mit unterschiedlicher Anzahl von Stäben leicht möglich wird, um austauschbare untereinander im wesentlichen baugleiche Federn mit unterschiedlicher Federrate darstellen zu können. Hierbei ist es z. B. möglich, in Anschlußelementen mit fest vorgegebenem Aufnahmequerschnitt wahlweise Platzhalterelemente, die die Ausnehmung in Ergänzung zum Federbündel ausfüllen und echte Federstäbe ersetzen, einzusetzen. In einem der Anschlußelemente können dabei die außen eingesetzten Platzhalterelemente gleichzeitig zum Verkeilen der Stäbe in der Ausnehmung dienen.

Üblicherweise wird die Mittellinie des Federkörpers gerade sein und mit der Längsachse der Feder zusammenfallen. Der Begriff 'Federkörper' bedeutet in diesem Zusammenhang die Feder mit Ausnahme der Anschlußteile als ganzes und ist damit in den meisten Fällen gleichbedeutend mit dem Begriff des 'Bündels von Stäben'.

Die Stäbe können gerade sein und zueinander parallel verlaufen. Alternativ ist es auch möglich, daß die Stäbe seilartig ineinander verdreht sind. Die Herstellung einer solchen Feder ist dadurch möglich, daß ein Bündel von zunächst geraden parallelen Stäben über die Elastizitätsgrenze hinaus tordiert wird, so daß es eine bleibend in-  
einander verdrehte Form annimmt; die hierbei gegebenenfalls ungleiche Verkürzung der Stäbe ist durch gleichmäßiges Ablängen an den Enden auszugleichen. Federn dieser Art haben unterschiedliches Feder- und Dämpfungsverhalten in Abhängigkeit von der Verdrehrichtung. Dies wird später im Zusammenhang mit der Zeichnungsbeschreibung noch näher ausgeführt.

Die Mittellinie des Federkörpers, d. h. des Bündels von Stäben, kann schraubenförmig bzw. helixförmig bzw. gewandelt zu einer Längsachse der Feder verlaufen. Hierdurch wird die erfindungsgemäße Feder zu einer Zug-Druck-Feder bzw. erhält zusätzliche Zug-Druck-Eigenschaften, die für die gerade Stabfeder nicht gelten. Die einzelnen Stäbe können bei einer Feder der vorgenannten Art jeweils parallel zur Mittellinie des Federkörpers bzw. innerhalb des Bündels von Stäben verlaufen oder die Stäbe können wieder ihrerseits um die Mittellinie des Federkörpers bzw. des Bündels von Stäben seilartig verdreht sein. In letzterem Fall ist die Möglichkeit gegeben, daß der Drehsinn der Schraube oder Helix zum einem und der Stäbe innerhalb des Bündels von Stäben zum anderen gleichsinnig ist oder gegensinnig ist. Auch mit diesen Maßnahmen läßt sich die Abhängigkeit der Federeigenschaften von der Verdrehrichtung bzw. das unterschiedliche Zug- und Druckverhalten der Feder in unterschiedlicher Weise beeinflussen.

Die einzelnen Stäbe haben bevorzugt runden Querschnitt. Damit können sie aus gezogenem Draht abgelängt werden, wobei eine anschließende Oberflächenbehandlung im Hinblick auf die gute Oberflächenqualität hierbei entfallen kann. Die einzelnen Stäbe können jedoch auch im Querschnitt polygonförmig sein, wodurch sich anstelle eines Linienkontakts zwischen den einzelnen Stäben ein Flächenkontakt zwischen den einzelnen Stäben herstellen läßt. Dies hat erheblichen Einfluß auf die Reibung zwischen den Elementen und damit auf die Dämpfung der Feder als ganzes.

Jedes Bündel aus Stäben als ganzes hat seinerseits vorzugsweise im wesentlichen runden oder im wesentlichen symmetrisch-polygonalen Querschnitt.

Die Reibung zwischen den Elementen kann wesentlich erhöht werden und damit die Dämpfung der Feder erheblich gesteigert werden, wenn die Stäbe im Bereich zwischen den Anschlußelementen radial belastet werden. Nach einer ersten Ausführung ist vorgesehen, daß hierfür eine Magnetspule verwendet wird, in der die Feder eingeschlossen ist und deren Feldlinie im Bereich der Feder in Richtung der Längsachse der Feder verlaufen. Durch eine solche Magnetspule lassen sich auf die im Magnetfeld liegenden Leiter radiale Kräfte ausüben. Dies ist unter dem Begriff 'Puncheffekt' bekannt. Nach einer anderen Möglichkeit ist vorgesehen, daß im Bereich zwischen den Anschlußelementen die Stäbe der Feder mechanisch zusammengepreßt werden. Hierfür ist z. B. die Verwendung eines oder mehrerer Spannbänder möglich, die um das Bündel von Stäben herumgelegt werden und dieses radial zusammenspannen.

Eine weitergehende Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren bereitzustellen, mit der sich Federn der vorstehend genannten Art in ihren Eigenschaften während des Betriebes variabel beeinflussen lassen. Die Lösung hierfür besteht in einem Verfahren zur Beeinflussung der Federeigenschaften, insbesondere der inneren Dämpfung einer Feder der genannten Art, bei dem während des Betriebs veränderliche Radialkräfte auf das Bündel der Stäbe relativ zur Längsachse der Feder ausgeübt werden. Die Veränderung kann dabei in Abhängigkeit der unterschiedlichsten Parameter eines Gesamtsystems, beispielsweise der Fahrzustände eines Kraftfahrzeuges erfolgen. Nach einer ersten Ausführungsform ist vorgesehen, daß variable magnetische Kräfte auf die Feder ausgeübt werden. Die bereits obengenannte Magnetspule kann zu diesem Zweck mit variablem Strom betrieben werden. Nach einer zweiten Möglichkeit ist vorgesehen, daß variable mechanische Kräfte auf das Bündel der Stäbe ausgeübt werden. Hierbei ist es möglich, das bereits obengenannte Spannbänder mit variabler Spannkraft zu belasten. Hierzu kann beispielsweise eine Schlaufe, die das Bündel der Stäbe umschließt, an einem Ende festgelegt sein und am anderen Ende mit variabler Kraft belastet werden. Die Belastung kann z. B. hydraulisch oder elektromagnetisch erfolgen.

Mit der vorliegenden Erfindung ist eine neuartige Art von Federn sowie ein neuartiges Verfahren zur Veränderung von Federeigenschaften während des Betriebes vorgeschlagen worden, das vielfältig zu variieren ist und zu neuartigen Anwendungsfällen der derartigen Federn führen kann.

5

Beispiele für die Anwendung sind Ventildfedern in Verbrennungsmotoren, Federn oder Stabilisatoren im Fahrwerksbereich und Schließfedern für Türen oder Hauben von Kraftfahrzeugen.

10

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachstehend anhand dieser beschrieben.



Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Feder mit parallel verlaufenden Stäben;

Figur 2 zeigt eine Feder nach Figur 1 mit Anschlußelementen

15

a) in perspektivischer Ansicht

b) in einer vergrößerten Einzelheit;

20

Figur 3 zeigt eine Feder nach Figur 1 mit einer magnetischen Spulenordnung zur Veränderung der Dämpfung;



Figur 4 zeigt eine Feder nach Figur 1 mit einer mechanischen Spannvorrichtung zur Veränderung der Dämpfung;

25

Figur 5 zeigt eine Feder nach Figur 1 mit gerader Längsachse und ineinander verdrehten Stäben;

30

Figur 6 zeigt eine Feder mit schraubenförmig zur Längsachse verlaufender Mittellinie und schraubenförmig ineinander verdrehten Stäben in einer ersten Ausführung;

Figur 7 zeigt eine Feder mit schraubenförmig zur Längsachse verlaufender Mittellinie und schraubenförmig ineinander verdrehten Stäben in einer zweiten Aus-

führung;

Figur 8 zeigt eine Feder mit schraubenförmig zur Längsachse verlaufender Mittellinie und im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Stäben;

5

Figur 9 zeigt eine Feder gerader Längsachse aus drei ineinander verdrehten Bündeln mit schraubenförmig zur Längsachse verlaufender Mittellinie und im wesentlichen parallel im Bündel zueinander verlaufenden Stäben;

10

Figur 10 zeigt verschiedene Federquerschnitte aus einem Bündel von runden Stäben im Querschnitt

15

- a) im Querschnitt in hexagonaler Anordnung
- b) im Querschnitt in abgestumpft dreieckiger Anordnung
- c) im Querschnitt in dreieckiger Anordnung
- d) im Querschnitt in abgestumpft hexagonaler Anordnung;

Figur 11 zeigt verschiedene Federquerschnitte mit einem aus einem Bündel von hexagonalen Stäben

20

- a) im Querschnitt in hexagonaler Anordnung
- b) im Querschnitt in abgestumpft dreieckiger Anordnung
- c) im Querschnitt in dreieckiger Anordnung
- d) im Querschnitt in abgestumpft hexagonaler Anordnung;

25

Figur 12 zeigt verschieden Federquerschnitte aus einem Bündel von Stäben

30

- a) in im Querschnitt quadratischer Anordnung aus Stäben mit quadratischem Querschnitt
- b) in im Querschnitt quadratischer Anordnung aus Stäben mit rundem Querschnitt
- c) in im Querschnitt hexagonaler Anordnung aus im Querschnitt dreieckigen Stäben
- d) in im Querschnitt abgestumpft dreieckiger Anordnung aus im Querschnitt

dreieckigen Stäben

e) in im Querschnitt quadratischer Anordnung aus im Querschnitt oktogonalen Stäben

f) in im Querschnitt quadratischer Anordnung aus im Querschnitt oktogonalen Stäben mit Zwischenelementen.

5

In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Drehstabfeder 11 gezeigt, die aus sieben einzelnen Stäben 12 zusammengesetzt ist, die in größtmöglicher Packungsdichte mit Oberflächenkontakt aneinanderliegen. Die Längsachse A der Feder ist zugleich geometrische Mittellinie des aus den Stäben 12 bestehenden Federkörpers bzw. Bündels von Stäben. Eine Feder der hier gezeigten Art wird bevorzugt als Torsionsdrehstabfeder verwendet werden; eine Verwendung auch oder zugleich als Biegefeder ist jedoch nicht ausgeschlossen. Bei jeder Formänderung des Federkörpers tritt Oberflächenreibung zwischen den einzelnen Stäben 12 auf, so daß zur inneren Dämpfung im Federstahl eine zusätzliche Dämpfung aufgrund Oberflächenreibung hinzutritt.

10

15

In Figur 2 ist eine Feder 21, die aus einem Bündel einzelner Stäbe 22 aufgebaut ist, mit zwei Anschlußstücken 23, 24 gezeigt. Die Anschlußstücke 23, 24 haben Zentralöffnungen als Aufnahmen 25, 26, in die das Bündel aus Federstäben 22 eingesteckt ist. Hierbei können beispielsweise die einzelnen Stäbe 22 untereinander und mit der Öffnung 26 im Anschlußelement 24 verschweißt sein und in der Öffnung 25 gegeneinander und relativ zum Anschlußstück 23 geringfügig axial verschiebbar sein.

20

Wie in Darstellung b besser zu erkennen ist, sind die einzelnen Stäbe 22 hierbei im Querschnitt hexagonal und die Öffnung 25 abgestumpft dreieckig. Hierbei ist die größtmögliche Packungsdichte der Stäbe 22 anzunehmen; die hier dargestellten Spalten zwischen den einzelnen Stäben sind übertrieben und nur zu Verdeutlichung dargestellt.

25

In Figur 3 ist eine Feder 11 mit parallel zur Längsachse A verlaufenden Stäben 12 in der Ausführung nach Figur 1 gezeigt. Die Feder 11 wird von einer nur prinzipiell angedeuteten Magnetspule 13 umschlossen, die bei Stromfluß magnetische Feldlinien 14 erzeugt, die zeichnerisch angedeutet sind. Die Feldlinien verlaufen dabei im Bereich der Stäbe 12 im wesentlichen parallel zur Längsachse A der Feder 11. Hier-

30

durch entsteht ein radial nach innen gerichteter Druck (Puncheffekt) am Federbündel, durch das die Oberflächenreibung bei Verformung des Federbündels erhöht wird. Auch die hier gezeigte Feder 11 ist bevorzugt als Torsionsdrehstabfeder geeignet, die Einspannungen können analog wie in Figur 2 dargestellt ausgeführt sein.

5

In Figur 4 ist eine Feder 11 nach Figur 1 aus parallel zur Längsachse verlaufenden Stäben 12 dargestellt, wobei die Stäbe 12 wiederum parallel zur Längsachse A des Stabbündels verlaufen. Um das Stabbündel ist eine Bandschleife 15 gelegt, die bei mechanischer Belastung der sich überkreuzenden Schlaufenenden 16, 17 die Bandschleife 15 zusammenziehen und damit die Stäbe 12 in der Feder 11 radial belasten. Auch hiermit wird die Oberflächenreibung zwischen den einzelnen Stäben 12 bei Verformung der Feder 11 erhöht. Es treten noch Oberflächenreibungskräfte zwischen der Bandschleife 15 und der äußeren Lage der Stäbe 12 hinzu. Die Bandschleife 15 steht noch beispielhaft für mechanische Mittel zur radialen Druckbeaufschlagung des Bündels aus Stäben. Anstelle der Bandschleife können auch einzelne Backen oder dergleichen treten.

10

15

20

25


30

In Figur 5 ist eine erfindungsgemäße Feder 31 gezeigt, die aus einem Bündel von einzelnen Stäben 32 zusammengesetzt ist. Die Mittellinie des Federkörpers stimmt auch hier mit der Längsachse A der Feder überein. Die Mittellinien der einzelnen Stäbe 32 sind jedoch seilartig ineinander verdreht, so daß sie jeweils schrauben- oder wendelförmig zur Mittellinie A verlaufen. Die Herstellung einer Feder dieser Art kann durch Verdrehen einer Feder nach Figur 1 über die Elastizitätsgrenze hinaus erfolgen, so daß sich die einzelnen Stäbe 32 im plastischen Bereich verformen. Eine Feder der hier gezeigten Art zeigt eine starke Hysterese bei Einsatz als Torsionsstabfeder, da je nach Verdrehrichtung in einer ersten Drehrichtung die einzelnen Stäbe untereinander radial belastet werden und in der zweiten Drehrichtung die einzelnen Stäbe radial entlastet werden. Der Anteil der Oberflächenreibung zwischen den einzelnen Stäben ist somit hoch, wenn die Feder zusätzlich zu vorgegebenen Verdrehung verdreht wird und niedrig, wenn die Feder entgegen ihrer vorgegebenen Verdrehung verformt wird.


In Figur 6 ist eine Feder 41 gezeigt, die aus einzelnen Stäben 42 zusammengesetzt ist. Hierbei sind zunächst die einzelnen Stäbe 42 nach Art der Feder in Figur 5 seil-



5      tig ineinander verdreht und zwar rechtsdrehend ebenso wie in Figur 5. Zusätzlich ist der Federkörper der Feder 41 als ganzes Bündel ebenfalls rechtsdrehend um die Achse A in einer Schraube bzw. Helix gewunden. Bei Belastung auf Torsion, d. h. bei Verwendung als Drehstabfeder zeigt die Feder im Prinzip die gleichen Eigenschaften wie die Feder nach Figur 5. Die hier gezeigte Feder 41 kann darüber hinaus Zug-Druck-Kräfte aufnehmen, die dann überwiegend in Biegeverformungen des Federkörpers nach Art einer Schrauben-Zug-Druck-Feder resultieren.

10      In Figur 7 ist eine Feder 51 gezeigt, die aus einzelnen Stäben 52 besteht, die ähnlich den Federn nach den Figuren 5 und 6 seilartig ineinander verdreht sind. Hier ist allerdings abweichend von den vorherigen Ausführungen die Verdrehung der Stäbe ineinander linksdrehend erfolgt. Zusätzlich dazu ist der Federkörper der Feder 51 als ganzes in einer rechtsdrehenden Schraube oder Helix um die Längsachse A der Feder gewunden. Die zuvor beschriebenen Effekte treten hier sinngemäß in gleicher  


15      Weise ein, wobei jedoch die Wechselwirkung des Effekts der seilartigen Verdrehung der Stäbe ineinander und der Schrauben- bzw. Helixform der Verdrehung des Federkörpers als ganzes um die Achse A zu anderen Ergebnissen führen kann, als bei der Feder nach der Figur 6.

20      In Figur 8 ist eine Feder 61 gezeigt, die aus einzelnen im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Stäben 62 zusammengesetzt ist. Hierbei ist jedoch der Federkörper als ganzes mit seiner Mittellinie M schraubenförmig um die Längsachse A der Feder gewunden. Eine Feder dieser Art wird eher als Zug-Druck-Feder einzusetzen sein. Auch bei den hierbei eintretenden Verformungen der Feder 61 als ganzes  


25      kommt es zu Relativbewegungen zwischen den einzelnen Stäben 62 an den Oberflächen, so daß eine zusätzliche Dämpfung eintritt. Auch hierbei ist, wenn auch in geringerem Maße, ein Unterschied zwischen einer höheren Reibung bei der Kompression und einer geringeren Reibung bei der Zugbelastung festzustellen.

30      In Figur 9 ist eine Feder 71 gezeigt, die ebenfalls aus einzelnen Stäben 72 besteht. Diese sind jedoch in drei einzelnen Federbündeln 73 zusammengefaßt, in denen die einzelnen Stäbe untereinander parallel zueinander verlaufen und insgesamt seilartig ineinander verdreht sind. Die drei Federbündel 73 sind ihrerseits seilartig ineinander verdreht. Die Herstellung der hier gezeigten Feder kann durch Bündelung von drei

Federn nach Figur 1 erfolgen, die dann über die Elastizitätsgrenze hinaus als ganzes ineinander verdreht werden, wobei nach plastischer Umformung eine Feder der hier gezeigten Art entsteht. Es ist verständlich, daß hierbei Oberflächenreibungseffekte innerhalb der einzelnen Federbündel und zusätzlich zwischen den Federbündeln als ganzes entstehen, die ähnlich wie bei den Effekten zwischen den einzelnen Stäben in einer Feder nach der Figur 5 sind. Eine axiale Verspannung der einzelnen Stäbe 72 relativ zueinander kann wie bei den vorstehend gezeigten Federn jeweils allenfalls an einem Ende erfolgen. Alternativ kann eine radiale Fixierung der Stäbe an den beiden Enden mit axialer Verschiebung an beiden Enden vorgesehen sein, wobei nur eine Verliersicherung gegeben sein muß. Das Bündel der Stäbe 72 ist hierbei dann schwimmend in den beiden Anschlußelementen gehalten.

Figur 10 zeigt Querschnitte durch Stabbündel aus im Querschnitt runden Stäben, die in größtmöglicher Packungsdichte auf einer gegebenen Grundform angeordnet sind.

In Darstellung a sind neunzehn Stäbe 12 in einem hexagonalen Querschnitt angeordnet.

In Darstellung b sind die neunzehn Stäbe 12 in der Anordnung nach a durch sechs dunkel angelegte Stäbe 12' ergänzt und bilden hiernach ein Dreieck mit abgestumpften Ecken.

In Darstellung c sind die neunzehn Stäbe 12 in der Anordnung nach a durch neun Stäbe, bzw. die fünfundzwanzig Stäbe in der Anordnung nach b durch drei weitere Stäbe 12'' ergänzt, so daß sie ein Bündel von 28 Stäben auf dreieckiger Grundfläche bilden.

In Darstellung d sind die neunzehn Stäbe in der Anordnung nach a durch zwölf Stäbe 12''' ergänzt, so daß sie im Querschnitt ein Sechseck mit abgestumpften Ecken bilden. Die Gesamtzahl der Stäbe ist hierbei 31.

Figur 11 zeigt Querschnitte durch Stabbündel aus im Querschnitt hexagonalen Stäben, die in größtmöglicher Packungsdichte auf einer gegebenen Grundform angeordnet sind.

In Darstellung a sind neunzehn Stäbe 22 in einem hexagonalen Querschnitt angeordnet.

- 5 In Darstellung b sind die neunzehn Stäbe 22 in der Anordnung nach a durch sechs dunkel angelegte Stäbe 22' ergänzt und bilden hiernach ein Dreieck mit abgestumpften Ecken.

- 10 In Darstellung c sind die neunzehn Stäbe 22 in der Anordnung nach a durch neun Stäbe, bzw. die fünfundzwanzig Stäbe in der Anordnung nach b durch drei weitere Stäbe 22'' ergänzt, so daß sie ein Bündel von 28 Stäben auf dreieckiger Grundfläche bilden.

- 15 In Darstellung d sind die neunzehn Stäbe in der Anordnung nach a durch zwölf Stäbe 22''' ergänzt, so daß sie im Querschnitt ein Sechseck mit abgestumpften Ecken bilden. Die Gesamtzahl der Stäbe ist hierbei 31.

In Figur 12 sind verschiedene andere Querschnitte durch Federn mit weiteren Formen von Stabquerschnitten gezeigt. Es zeigen

- 20 a) eine quadratische Anordnung von neun im Querschnitt quadratischen Stäben 82  
 b) eine quadratische Anordnung von neun im Querschnitt runden Stäben 12  
 c) eine sechseckige Anordnung von sechs Stäben 92 mit Dreiecksquerschnitt  
 d) eine dreieckige Anordnung mit stumpfen Spitzen aus dreizehn Stäben 92 mit  
 25 Dreiecksquerschnitt  
 e) eine quadratische Anordnung aus sechzehn Stäben 102 mit oktogonalem Querschnitt  
 f) die Anordnung aus sechzehn Stäben 102 mit oktogonalem Querschnitt gemäß  
 Darstellung e, wobei neun Füllkörper 103 eingesetzt sind, die aus gleichem oder  
 30 anderem Material als die Stäbe 102 bestehen können, insbesondere aus Dämpfungsmasse, die an die freien nicht aneinander anliegenden Oberflächen der Stäbe 102 gegebenenfalls anvulkanisiert sein können. Dies erhöht die Dämpfung.

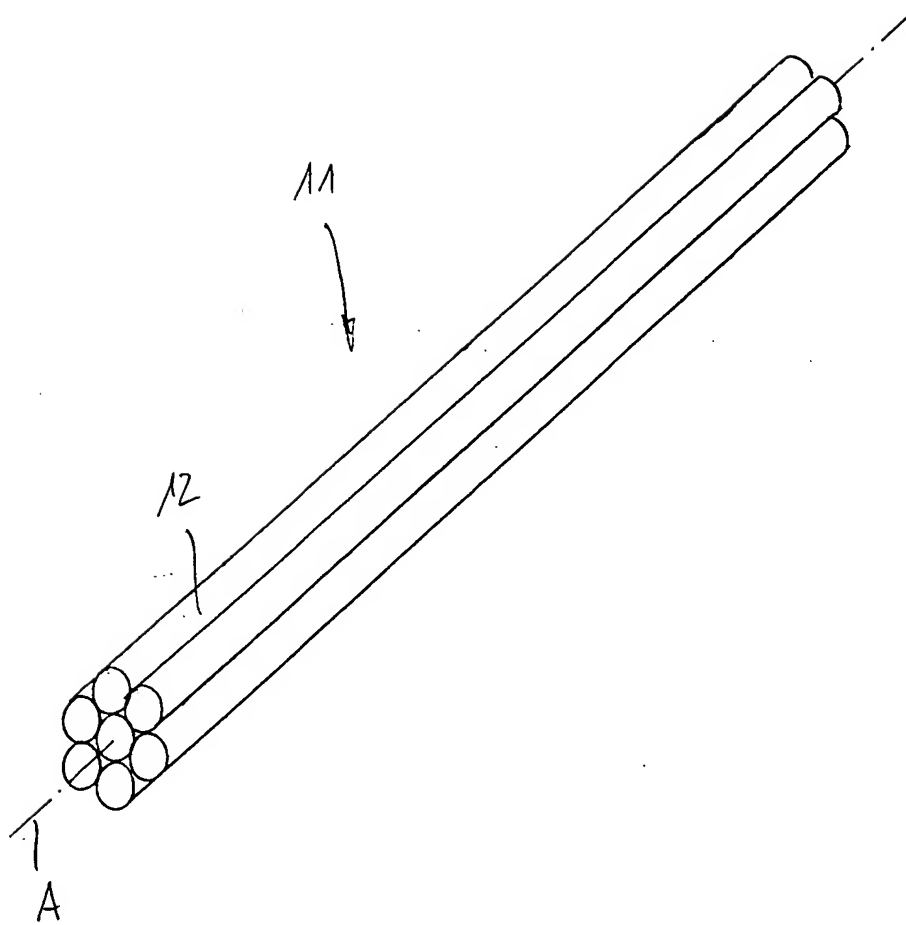
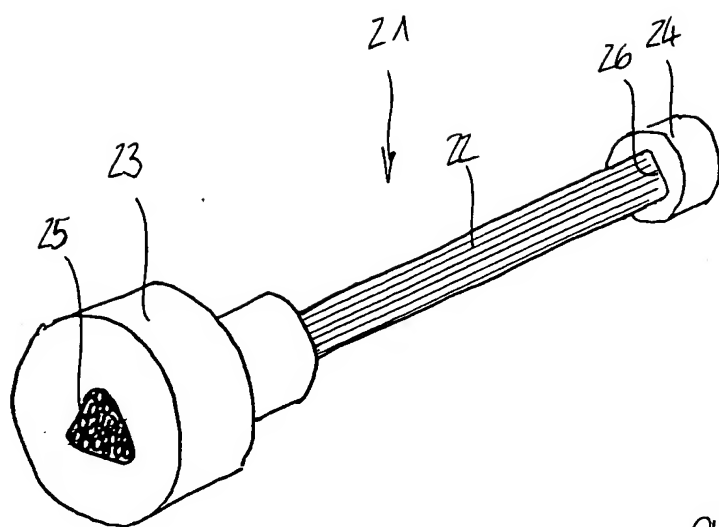
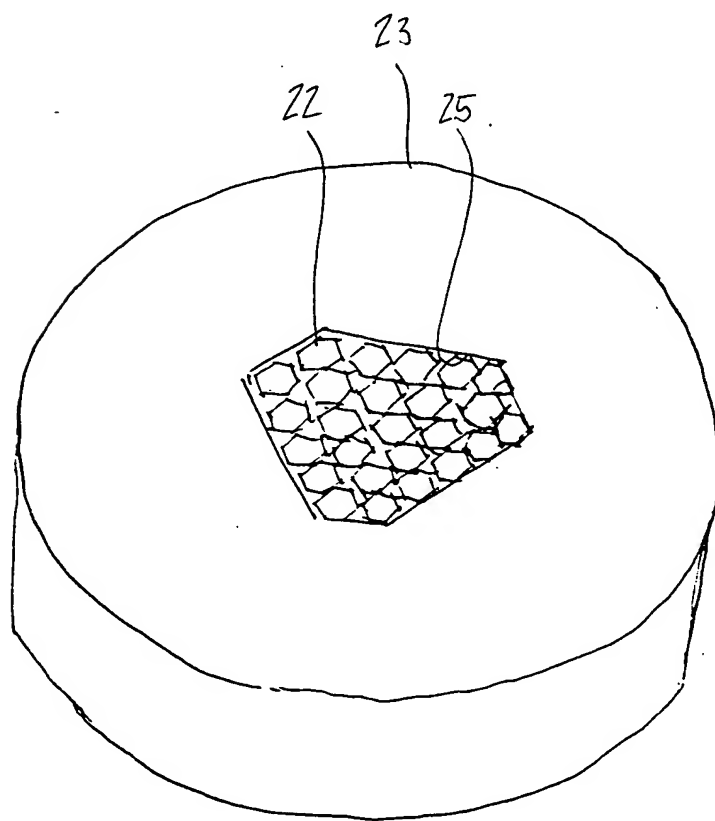


FIG. 1



a)



b).

FIG. 2

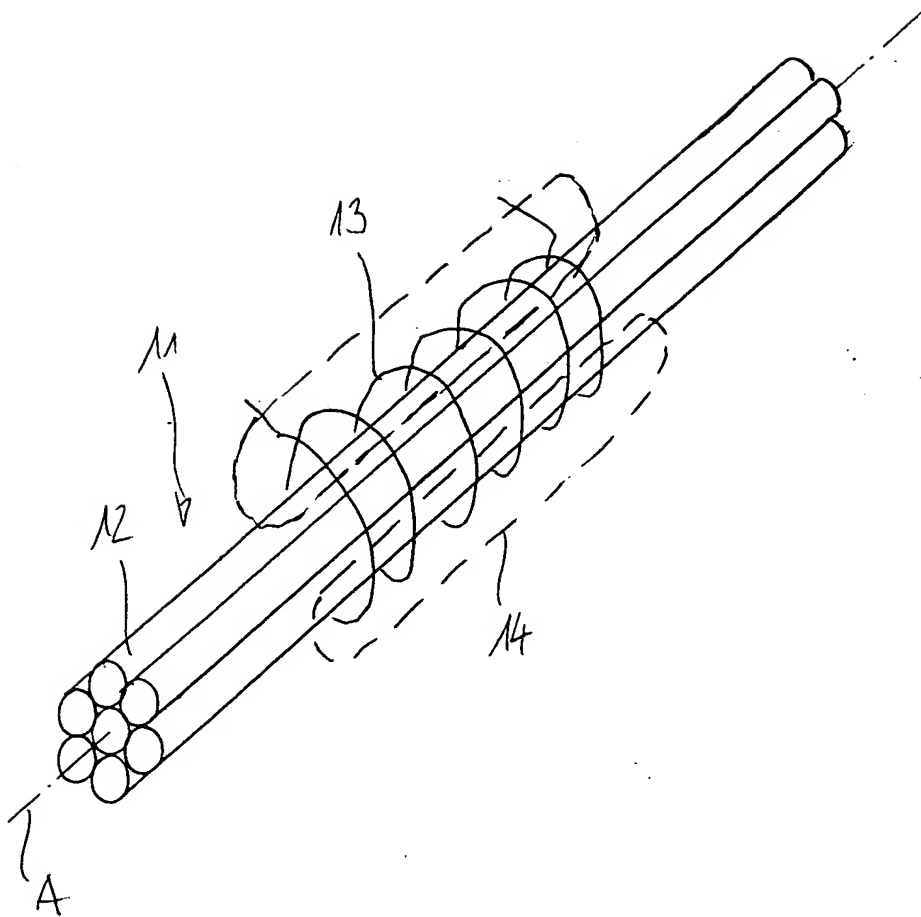


FIG. 3

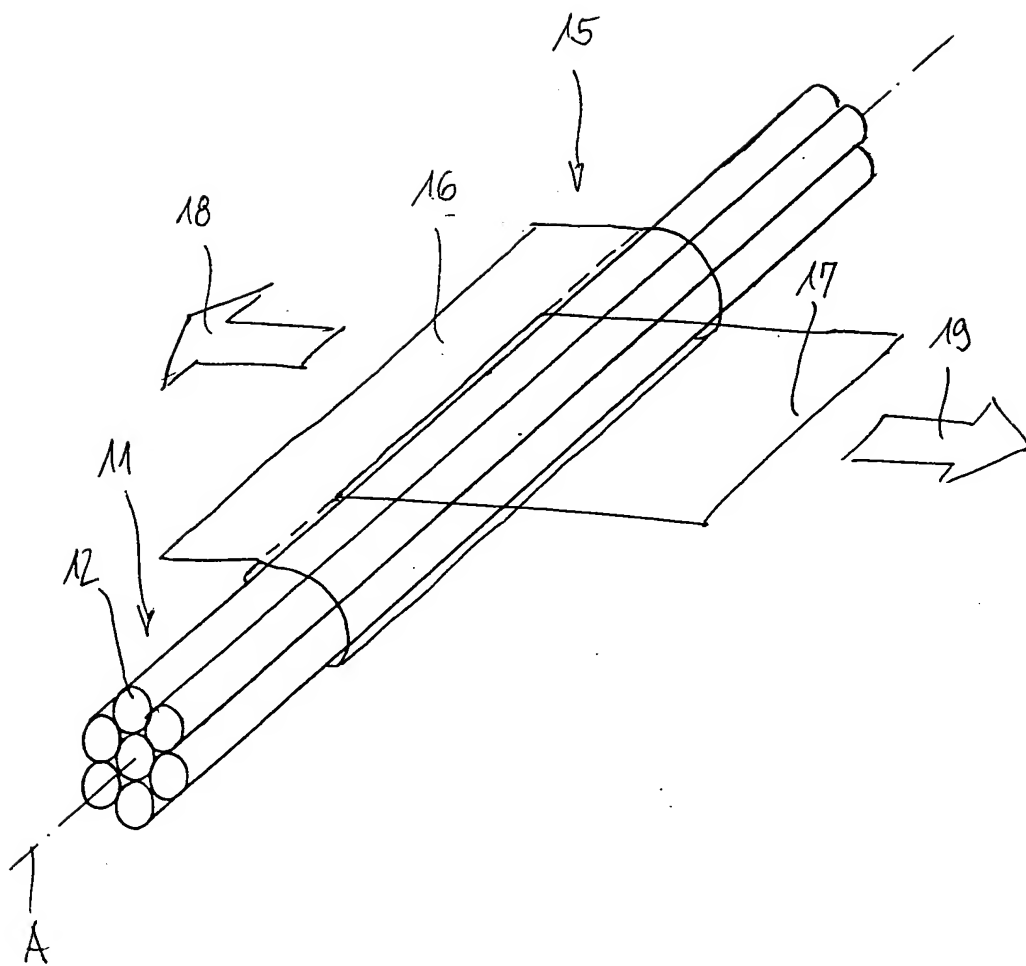


FIG. 4

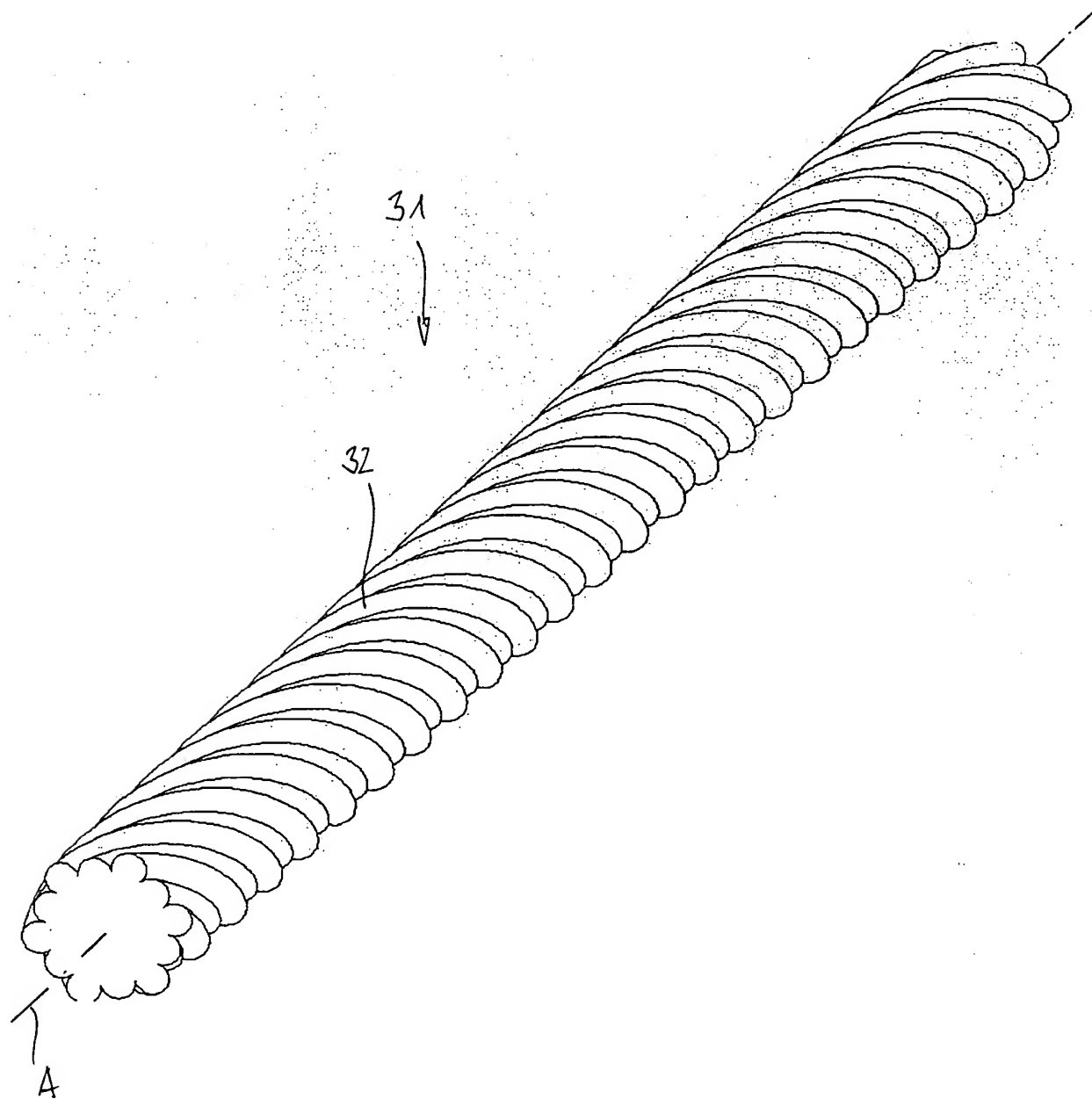


FIG. 5



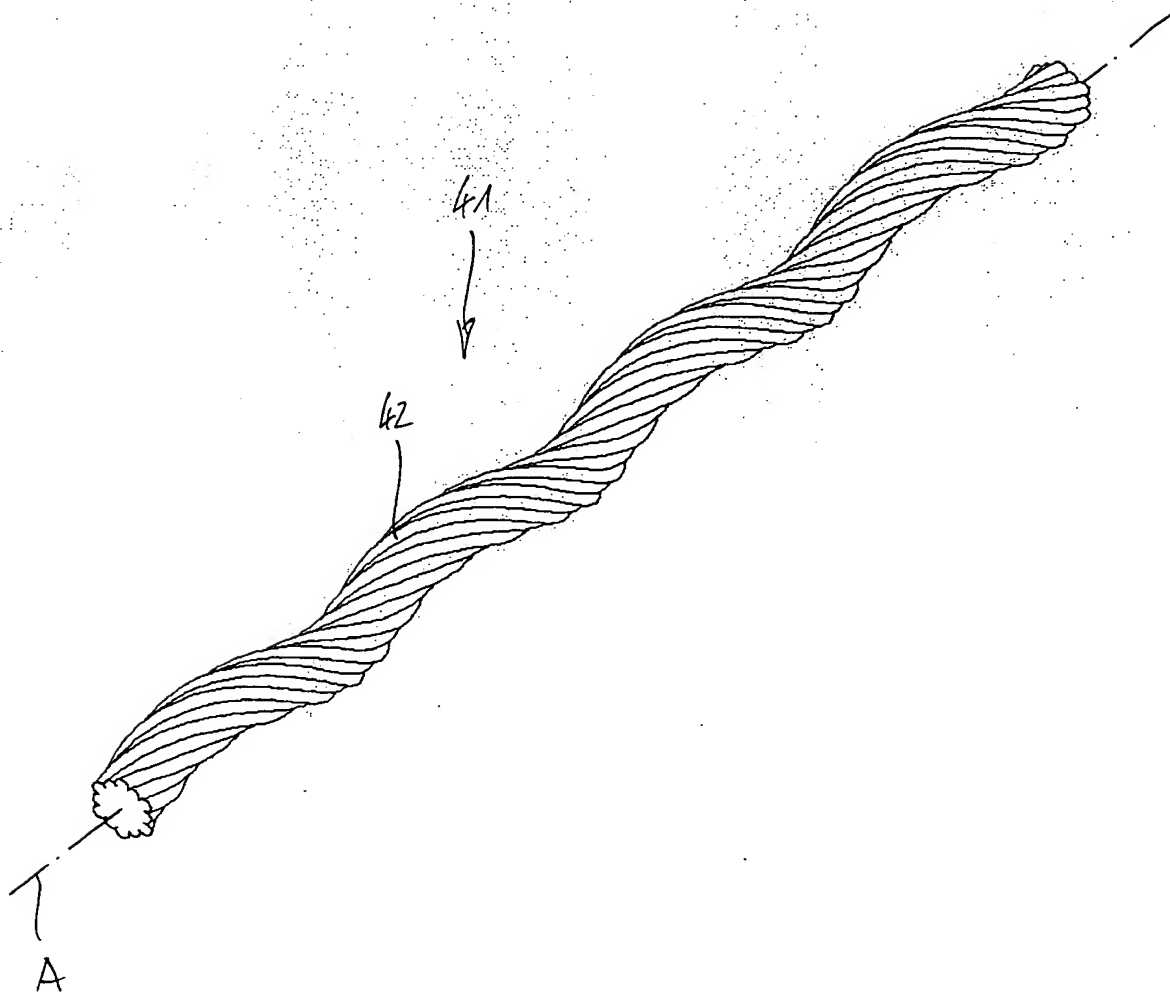


FIG. 6

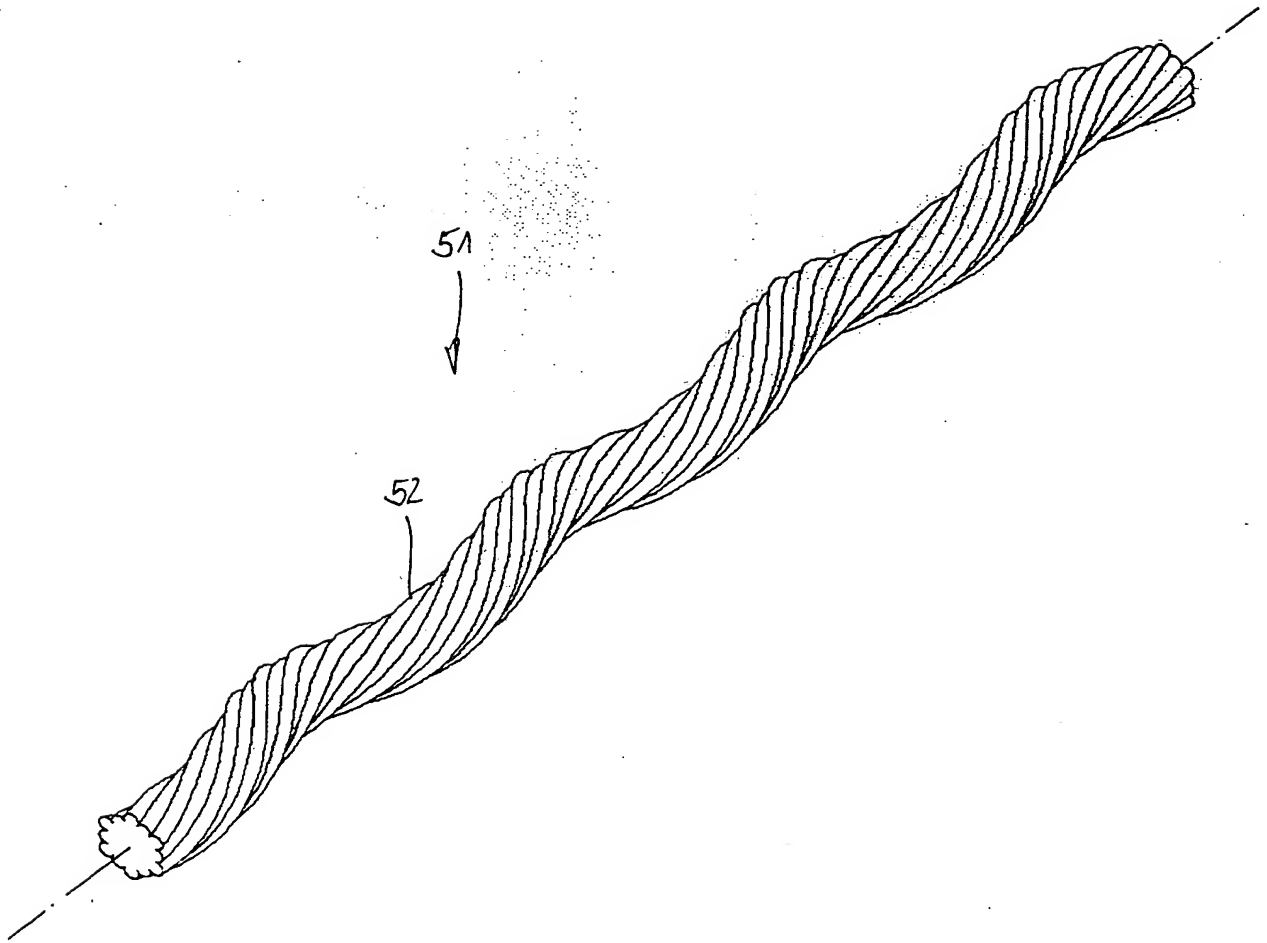


FIG. 7

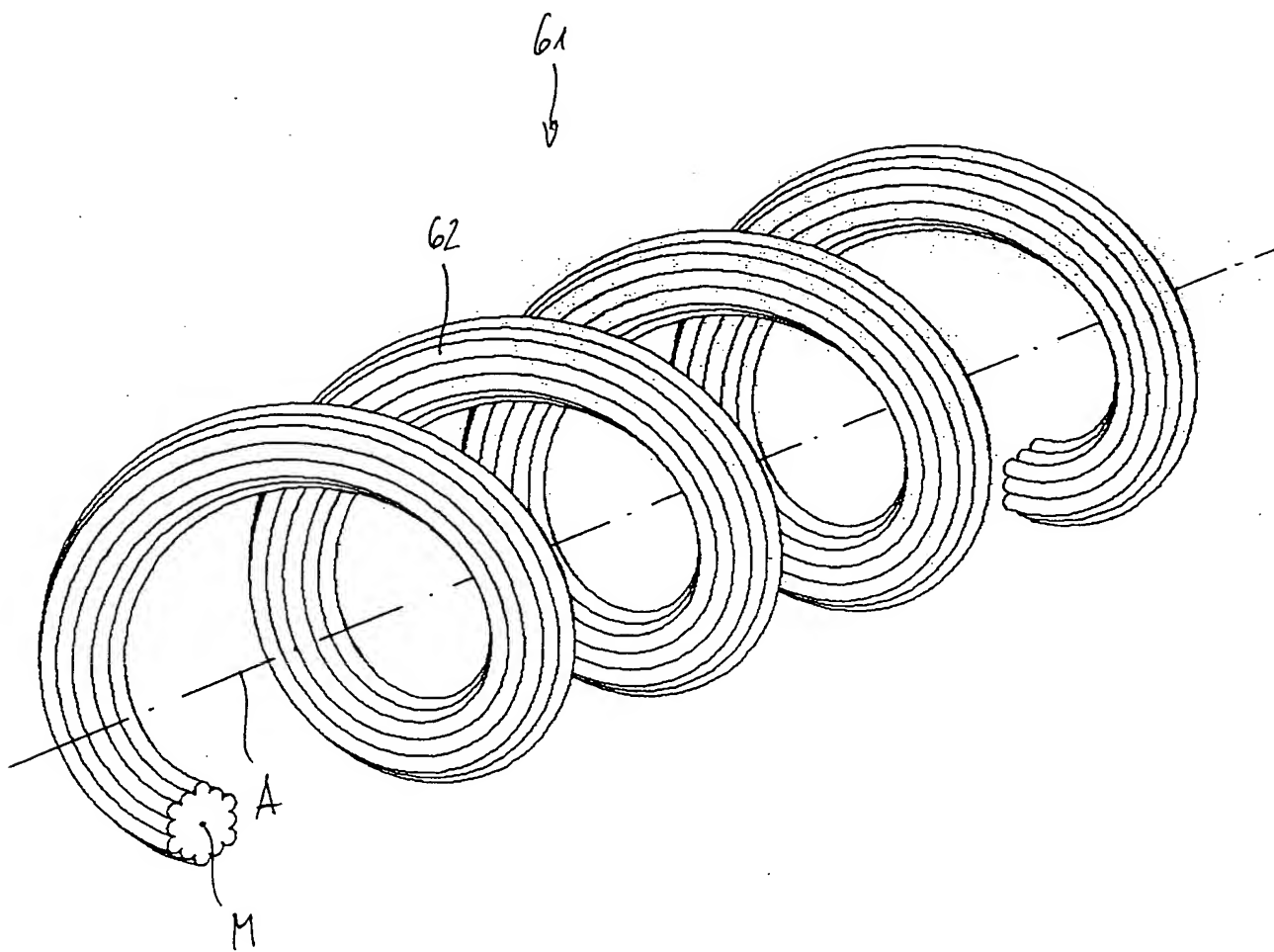


FIG. 8

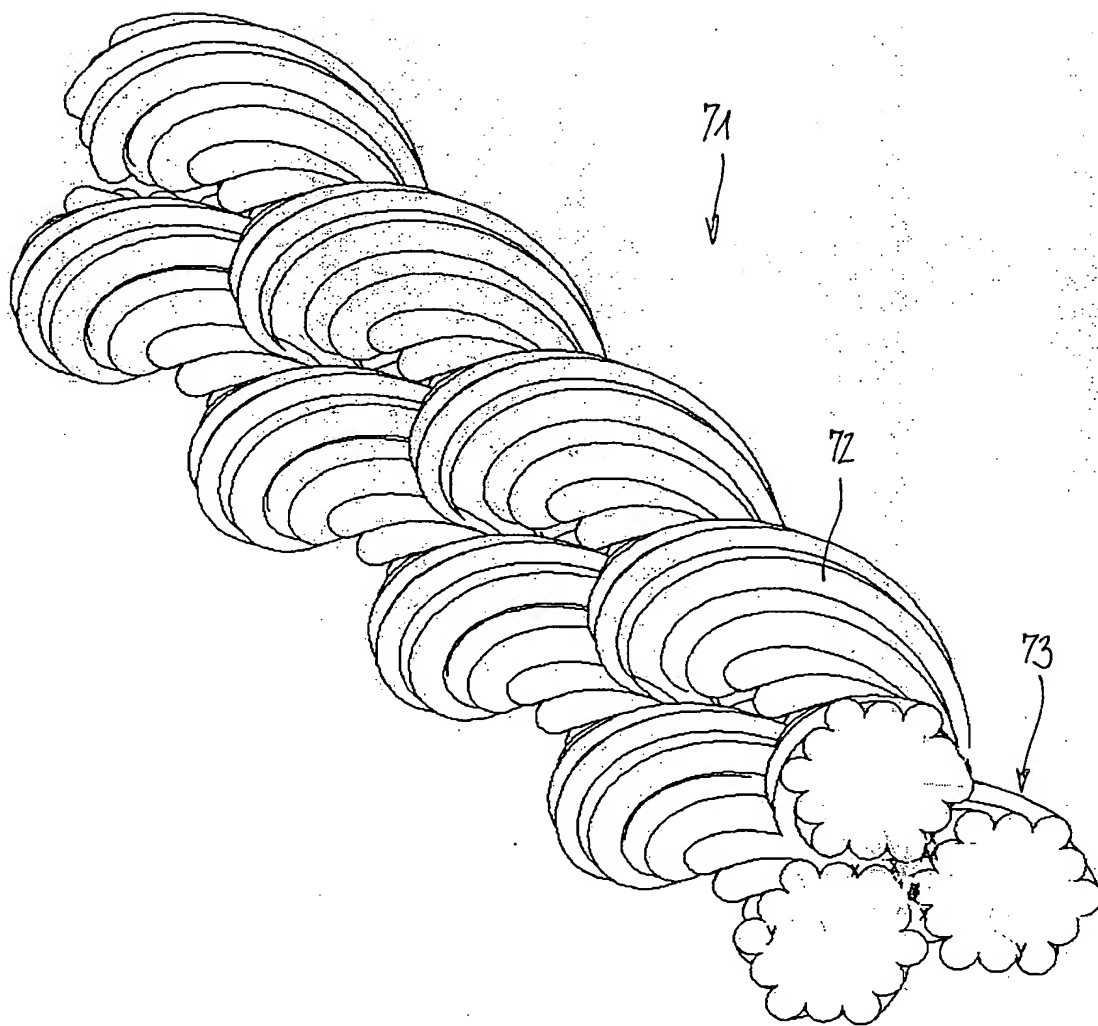
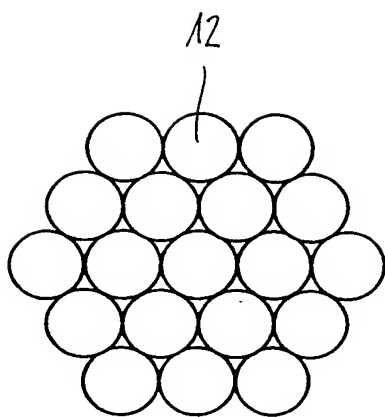
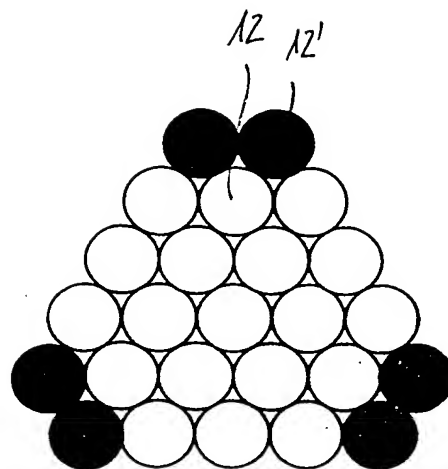


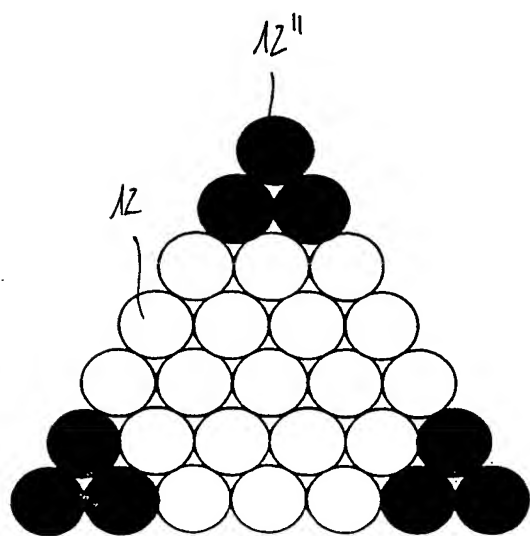
FIG. 9



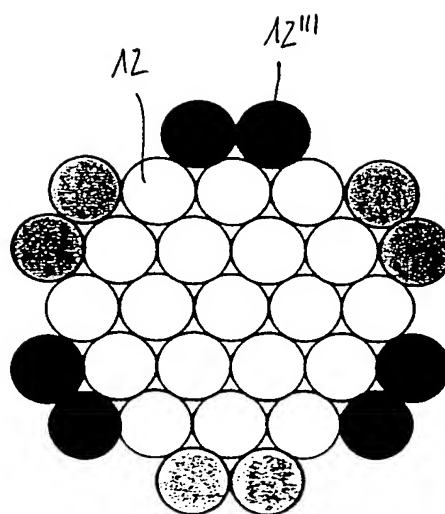
a)



b)



c)



d)

FIG. 10

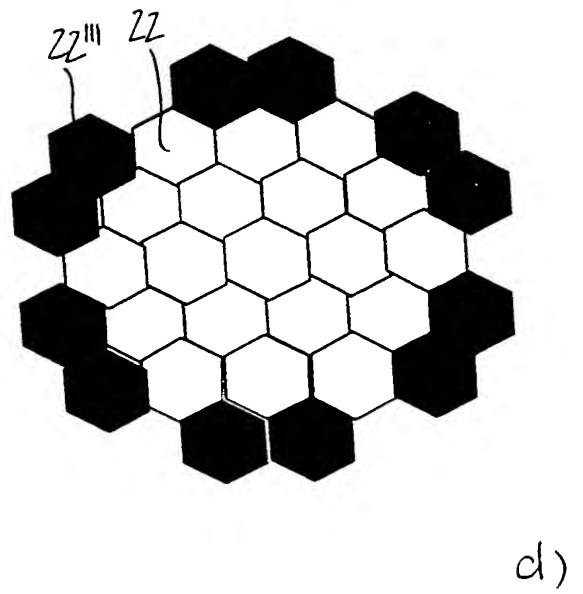
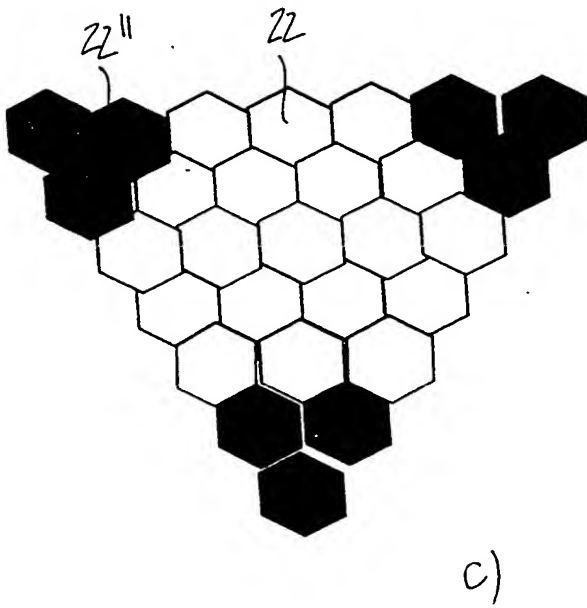
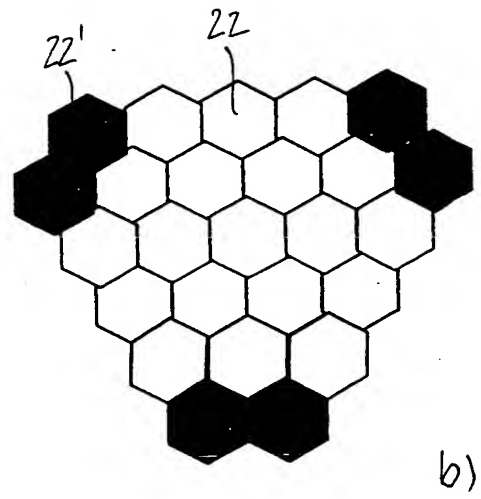
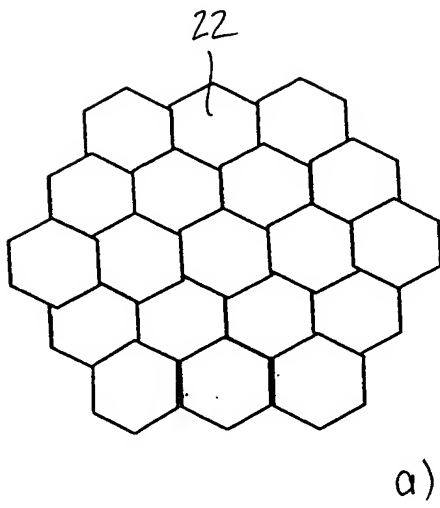
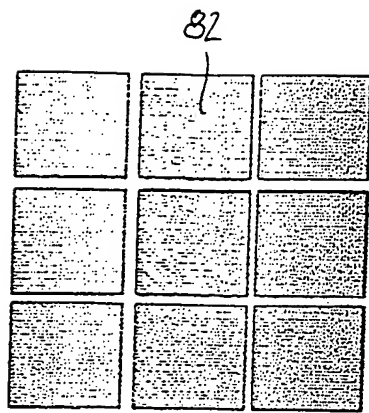
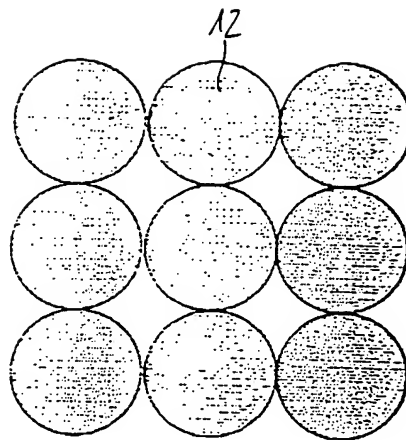


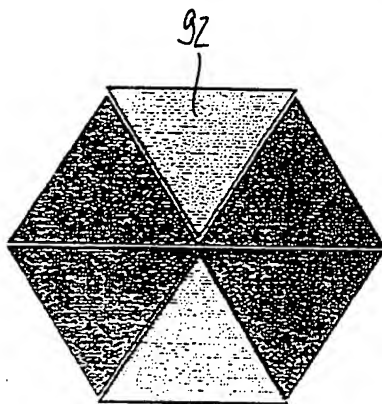
FIG. 11



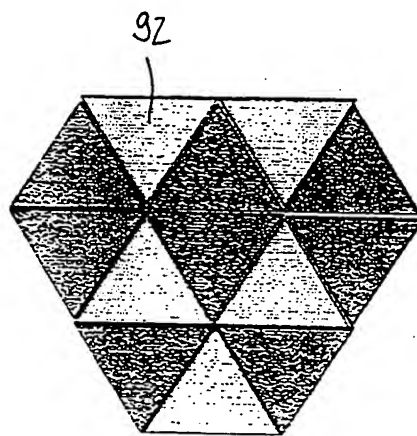
a)



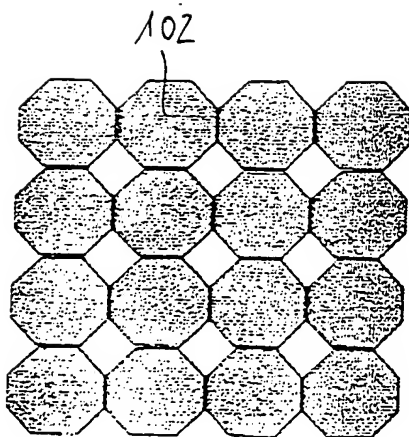
b)



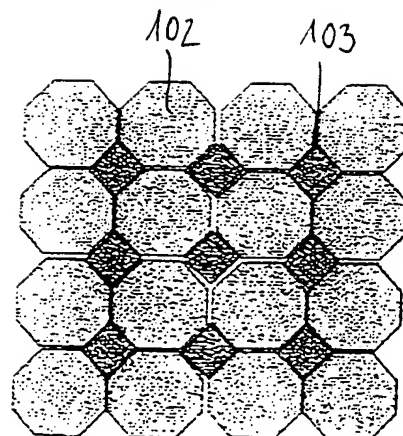
c)



d)



e)



f)

FIG. 12